

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-047071

(43)Date of publication of application : 18.02.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/42
G02B 6/293

(21)Application number : 10-294323

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 16.10.1998

(72)Inventor : ISHIHARA TAKENAO
YUKI HIDEKI
NAGURA KAZUTO
TERAJIMA KENTARO

(30)Priority

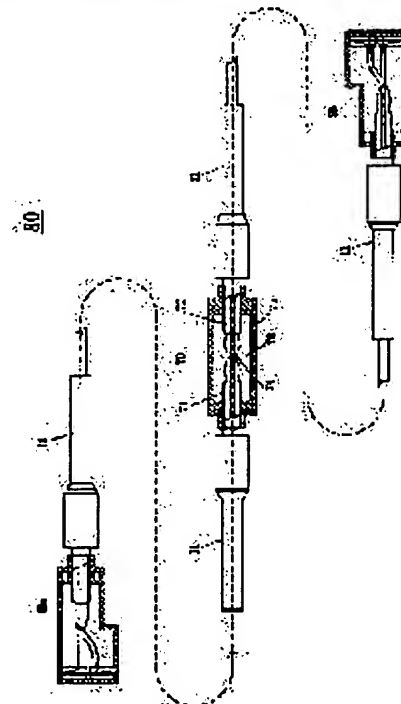
Priority number : 10145492 Priority date : 27.05.1998 Priority country : JP

(54) OPTICAL SIGNAL TRANSMISSION AND RECEPTION MODULE, OPTICAL SIGNAL TRANSMISSION AND RECEPTION REPEATER AND OPTICAL SIGNAL TRANSMISSION AND RECEPTION SYSTEM USING THEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to adapt a full-duplex communication system by executing the optical connection of an optical plug and a branch type light guide by a light transparent member having the refractive index nearly equal to the refractive index of an optical fiber and the branch type light guide.

SOLUTION: The optical signal transmission and reception modules 30 (30a, 30b) are connected to each other via the optical fiber part (optical fiber cable) 11 and an optical signal transmission and reception repeater 70 to execute optical signal transmission and reception. Namely, in the optical connection of the optical plug 71 and optical plug 72 of the optical fiber part 11, the optical plugs are optically connected to each other via the light transparent member 74 consisting of a light transparent elastic material on the fixing member 73 in a housing 75. The generation of a spacing (air layer) is, therefore, averted and, for example, the reincidence of the reflected light of the self-signal transmission from the optical signal transmission and reception module 30a on the self-signal reception device hardly occurs. Then, the optical signal transmission and reception system by the full-duplex communication system capable of executing efficient signal transmission and reception may be embodied.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

13.07.2001

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-47071

(P2000-47071A)

(43) 公開日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード (参考)

G 0 2 B 6/42
6/293

G 0 2 B 6/42
6/28

2 H 0 3 7

C

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平10-294323

(22) 出願日 平成10年10月16日 (1998. 10. 16)

(31) 優先権主張番号 特願平10-145492

(32) 優先日 平成10年5月27日 (1998. 5. 27)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 石原 武尚

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 幸 秀樹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100103296

弁理士 小池 隆彌

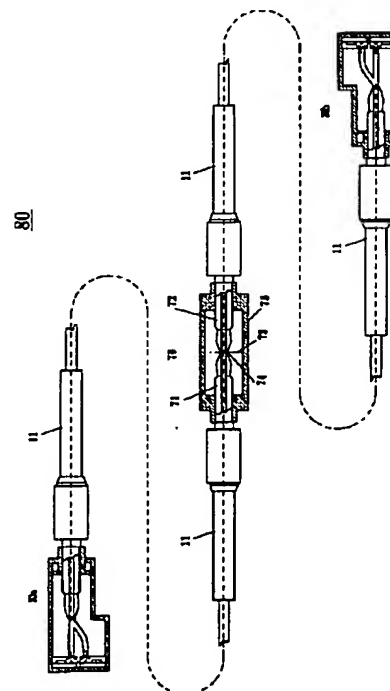
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光送受信モジュール、光送受信中継器、及びそれらを用いた光送受信システム

(57) 【要約】

【課題】 光送受信モジュール及び光送受信中継器において、ライトガイドと光ファイバーや光ファイバーと光ファイバーとの光伝送効率を高め、効率の良い全二重方式の光送受信システムを得ること。

【解決手段】 光伝送用光ファイバーに接続された脱着可能な光プラグと、複数の光に分岐する分岐型ライトガイドと、分岐型ライトガイドとの間で光信号の授受を行う光半導体素子と、該光プラグと分岐型ライトガイドと該光半導体素子とを収納保持するハウジングとを備えた光送受信モジュールであり、該光プラグと分岐型ライトガイドとの光学的な接続を該光ファイバーや分岐型ライトガイドの屈折率とほぼ等しい屈折率を有する光透光性部材を介して行うことを特徴とするものである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光伝送用光ファイバーに接続された脱着可能な光プラグと、複数の光に分岐する分岐型ライトガイドと、分岐型ライトガイドとの間で光信号の授受を行う光半導体素子と、該光プラグと分岐型ライトガイドと該光半導体素子とを収納保持するハウジングとを備えた光送受信モジュールにおいて、

該光プラグと分岐型ライトガイドとの光学的な接続を該光ファイバーや分岐型ライトガイドの屈折率とほぼ等しい屈折率を有する光透光性部材を介して行うことを特徴とする光送受信モジュール。

【請求項 2】 請求項 1 記載の光送受信モジュールにおいて、前記光透光性部材の硬度が前記光ファイバーの硬度や前記分岐型ライトガイドの硬度よりも高いことを特徴とする光送受信モジュール。

【請求項 3】 請求項 1 記載の光送受信モジュールにおいて、前記光透光性部材が弾性材料であることを特徴とする光送受信モジュール。

【請求項 4】 請求項 1 記載の光送受信モジュールにおいて、前記光透光性部材がゲル材料であることを特徴とする光送受信モジュール。

【請求項 5】 請求項 1 記載の光送受信モジュールにおいて、前記光透光性部材がダイヤフラム上に配設されることを特徴とする光送受信モジュール。

【請求項 6】 光伝送用光ファイバーに接続された脱着可能な光プラグと、該光プラグを収納保持するハウジングとを備えた光送受信中継器において、該光プラグと該光プラグとの光学的な接続を該光ファイバーの屈折率とほぼ等しい屈折率を有する光透光性部材を介して行うことを特徴とする光送受信中継器。

【請求項 7】 請求項 6 記載の光送受信中継器において、前記光透光性部材が弾性材料であることを特徴とする光送受信中継器。

【請求項 8】 請求項 6 記載の光送受信中継器において、前記光透光性部材がゲル材料であることを特徴とする光送受信中継器。

【請求項 9】 請求項 6 記載の光送受信中継器において、前記光透光性部材が光送受信中継器のプラグ接続箇所に配設されてなることを特徴とする光送受信中継器。

【請求項 10】 請求項 1 記載の光送受信モジュールと請求項 6 記載の光送受信中継器とより構成されることを特徴とする光送受信システム。

【請求項 11】 請求項 1 記載の光送受信モジュールにおいて、前記光透光性部材は透光性及び導電性を付与された部材であり、且つ、該光透光性部材を接地することを特徴とする光送受信モジュール。

【請求項 12】 請求項 11 記載の光送受信モジュールにおいて、

前記光透光性及び導電性を付与された前記光透光性部材

は、絶縁性透光性材料の両面に導電性材料を配設した積層構造より成ることを特徴とする光送受信モジュール。

【請求項 13】 請求項 1 記載の光送受信モジュールにおいて、

前記光透光性部材の外周部に光吸収性部材を配設することを特徴とする光送受信モジュール。

【請求項 14】 請求項 1 記載の光送受信モジュールの、前記光プラグと前記光透光性部材との当接状態、または、および、前記分岐型ライトガイドと前記光透光性部材との当接状態において、テーパ角度 θ ($\theta > 0$) が形成されてなることを特徴とする光送受信モジュール。

【請求項 15】 請求項 1 記載の光送受信モジュールにおいて、

光ファイバの出射端に出来るだけ近い箇所に開口径 (NA) 以上で伝送する反射戻り光を除去する構造を設けることを特徴とする光送受信モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、1本の光ファイバまたは空間を共有して送受信を行う光通信システムに用いられる光送受信モジュール、光送受信中継器、及びそれらを用いた光送受信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】光通信用デバイスはこれまで幹線システムの大容量化と長距離化とともに発展してきた。幹線系にはガラス製光ファイバを用いるが、家庭内では光ファイバケーブルの曲げ易さや低価格であることから、プラスチック製の光ファイバケーブルを使用することが有力視されている。実際、オーディオのデジタル信号をプラスチック製の光ファイバケーブルにより伝送することが、AV機器間で広く行われている。家庭内では部屋内の模様替え等により、光ファイバケーブルの配線変更やそれに伴う光プラグの脱着、ケーブルの延長が頻繁に行われることが予想され、また、使用状況に応じて短距離・低速通信ならば、光空間伝送を用い、長距離・高速通信ならば光ファイバケーブルを用いる等、通信媒体をユーザーが切り換えて使用することが予想され、これらニーズに応じる光送受信システムの開発が進められている。

【0003】本出願人は、特開平6-140106号公報において、配線の自由度を高め、モジュールの小型化が可能な、信号光を送信する発光素子と、信号光を受信する受光素子を同時に搭載し、1本の光ファイバを共有して光授受を行う光モジュールを提案し、これを図19に示す(以下、従来例1と呼ぶ)。

【0004】図19(a)は従来例の光送受信モジュール85の光プラグ挿入時の上面断面構造を示し、図19(b)は従来例の光送受信モジュール85の光プラグ挿入時の横断面構造を示す。

【0005】図19において、光送受信モジュール185は、光ファイバー部186、光ブラグ187、2分岐型ライトガイド188（188a、188b）、モールドパッケージされた発光部189、受光部190及び、これらの光ブラグ187と2分岐型ライトガイド188と発光部189と受光部190とを収納するハウジング191から構成されている。

【0006】光送受信モジュールの発光部189からの光送信号は、2分岐ライトガイド188aの端面に入射する。入射した送信光はライトガイド内面を全反射しながら伝導し、ライトガイドのファイバ側端面から空気層へと出射する。ライトガイドを出射した送信光は、0.1mm程の間隙92を介した後、光ブラグ187内の光ファイバーへ入射する。

【0007】一方、光送受信モジュールの光ファイバーに入射した光受信信号は、光ブラグ187内の光ファイバーを出射し、0.1mm程度の間隙192を介した後、2分岐ライトガイド188bの端面に入射する。入射した受信光はライトガイド内面を全反射しながら伝導し、ライトガイドの受信素子側端面から出射する。出射した受信光は受光部190に入射し、電気的な受信信号に変換される。

【0008】図20は、従来例による光送受信モジュールと光送受信中継器とを用いた光送受信システムの構成図である（以下、従来例2と呼ぶ）。

【0009】従来例の光送受信システム193は、2つの従来例の光送受信モジュール185と、従来例の光送受信中継器194を介して、2本の光ファイバー部186で光学的に接続して構成したものである。

【0010】従来例の光送受信中継器194の構成については、特開平5-333237号公報等（以下、従来例3と呼ぶ）があり、挿入された2本の光ブラグ187は、0.1～0.3mm程の間隙（空気層）195を介して対向し、光伝送が行われる。192は2分岐ライトガイドと光ブラグ187との間隙である。

【0011】本出願人は、特開平8-130507号公報において、ファイバー伝送と光空間伝送の両方を行う光送受信モジュール196を提案し、これを図21に示す（以下、従来例4と呼ぶ）。光送受信モジュール196は、発光部197からの光信号は、光ガイド部198、空間100、光ガイド部198を介して、受光部199に伝送され、電気信号に変換されるものである。光ガイド部198と光ガイド部198との伝送は、発散光または平行光による空間伝送である。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来例1、2、3では、光送受信モジュール内のライトガイドと光ファイバーの接続や光送受信中継器内の光ファイバーと光ファイバーとの接続においては、いずれも或る間隙を介して行われており、この間隙があるため、その端

面での自送信反射光が自受信器に入射し、通信方式は半二重方式（ピンポン伝送）とせざるを得ず、全二重方式に比べ伝送容量が半分になってしまう問題があった。全二重方式とは、同一時刻において、送信と受信が同時に行われている状態の伝送方式を言う。

【0013】さらに、光学的な面から、光反射率を一例として算出する。一つの境界での垂直光反射率 T_v は、 $T_v = (n_1 - n_2)^2 / (n_1 + n_2)^2$ となる。光ファイバー端面と空気層との間の反射率は、光ファイバーをアクリル材料で作成すると、アクリル材料の屈折率 $n_1 = 1.49$ 、空気の反射率 $n_2 = 1$ であるから、垂直光反射率 T_v は、 $T_v = 3.9\%$ となる。ライトガイドと空気層との間の反射率は、ライトガイドをアクリルで作成すると、上と同様な計算から 3.9% となる。ファイバの伝送損失を考えない（ケーブル長が短い）場合は、図20に示す構成では、間隙が、92、95、92、と3つ存在するため、総反射率 R_t は各々の垂直光反射率 T_v の和であるから、 $3.9\% \times 6 = 23.4\%$ と非常に大きいものとなる。

【0014】この問題に対し、ライトガイド端面と光ファイバー端面に反射防止膜を施すとコストが増加するという問題があった。

【0015】従来例3では、間隙により伝送損失が生じるため、多段接続に限界があった。また、光ファイバー端面に反射防止膜を施すとコストが増加するという問題があった。

【0016】従来例4では、光ガイド部が発光素子または受光素子の前方から逃げるための空間が必要であるため、光モジュールのサイズが大きくなるという問題があった。

【0017】また、光入射径が光ガイド部の先端径であるため、信号光を多く拾えず、伝送距離が短くなる問題があった。

【0018】さらに、光送受信モジュール内のライトガイドと光ファイバーの接続や光送受信中継器内の光ファイバーと光ファイバーとの接続においては、塵や塵芥が付着しやすいという問題点があった。

【0019】また、光送受信モジュール内のライトガイドと光ファイバーとの接続箇所の表面や光送受信中継器内の光ファイバーと光ファイバーと表面に付着した塵や塵芥に起因する反射戻り光が大きくなるという問題点があった。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1記載の光送受信モジュールは、光伝送用光ファイバーに接続された脱着可能な光ブラグと、複数の光に分岐する分岐型ライトガイドと、分岐型ライトガイドとの間で光信号の授受を行う光半導体素子と、該光ブラグと分岐型ライトガイドと該光半導体素子とを収納保持するハウジングとを備えた光送受信モジュールであり、該光ブラグと分岐

型ライトガイドとの光学的な接続を該光ファイバーや分岐型ライトガイドの屈折率とほぼ等しい屈折率を有する光透光性部材を介して行うことを特徴とするものである。

【0021】また、本発明の請求項2記載の光送受信モジュールは、前記光透光性部材の硬度が前記光ファイバーの硬度や前記分岐型ライトガイドの硬度よりも高いことを特徴とするものである。

【0022】また、本発明の請求項3記載の光送受信モジュールは、前記光透光性部材が弾性材料であることを特徴とするものである。

【0023】また、本発明の請求項4記載の光送受信モジュールは、前記光透光性部材がゲル材料であることを特徴とするものである。

【0024】また、本発明の請求項5記載の光送受信モジュールは、前記光透光性部材がダイヤフラム上に配設されてなることを特徴とするものである。

【0025】また、本発明の請求項6記載の光送受信中継器は、光伝送用光ファイバーに接続された脱着可能な光プラグと、該光プラグを収納保持するハウジングとを備えた光送受信中継器であり、該光プラグと該光プラグとの光学的な接続を該光ファイバーの屈折率とほぼ等しい屈折率を有する光透光性部材を介して行うことを特徴とするものである。

【0026】また、本発明の請求項7記載の光送受信中継器は、前記光透光性部材が弾性材料であることを特徴とするものである。

【0027】また、本発明の請求項8記載の光送受信中継器は、前記光透光性部材がゲル材料であることを特徴とするものである。

【0028】また、本発明の請求項9記載の光送受信中継器は、前記光透光性部材が光送受信中継器のプラグ接続箇所に配設されてなることを特徴とするものである。

【0029】また、本発明の請求項10記載の光送受信システムは、請求項1記載の光送受信モジュールと請求項6記載の光送受信中継器とより構成されることを特徴とするものである。

【0030】また、本発明の請求項11記載の光送受信モジュールは、前記光透光性部材は透光性及び導電性を付与された部材であり、且つ、該光透光性部材を接地することを特徴とするものである。

【0031】また、本発明の請求項12記載の光送受信モジュールは、前記透光性及び導電性を付与された前記光透光性部材は、絶縁性透光性材料の両面に導電性材料を配設した積層構造より成ることを特徴とするものである。

【0032】また、本発明の請求項13記載の光送受信モジュールは、前記光透光性部材の外周部に光吸収性部材を配設することを特徴とするものである。

【0033】また、本発明の請求項14記載の光送受信

モジュールの、前記光プラグと前記光透光性部材との当接状態、または、および、前記分岐型ライトガイドと前記光透光性部材との当接状態において、テーパ角度 θ ($\theta > 0$) が形成されてなることを特徴とするものである。

【0034】さらに、請求項15記載の光送受信モジュールは、光ファイバの出射端に出来るだけ近い箇所に開口径 (NA) 以上で伝送する反射戻り光を除去する構造を設けることを特徴とするものである。

【0035】

【発明の実施の形態】 [第1の実施の形態] 本発明の光送受信モジュールの第1の実施の形態について、図1を用いて説明する。図1(a)は本発明の第1の実施の形態における光送受信モジュール10の光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示し、図1(b)は光プラグの挿入非接触時の上面断面構造を示す。

【0036】図1(a)において、光送受信モジュール10は、光ファイバー部11、光プラグ12、2分岐型ライトガイド13 (13a、13b)、モールドパッケージされた発光部14、受光部15及び、これらの光プラグ12と2分岐型ライトガイド13と発光部14と受光部15とを収納するハウジング16から構成されている。

【0037】モールドパッケージされた発光部14は、入力端子を持つリードフレーム17上に、送信信号を処理し半導体発光素子を駆動するための駆動用集積回路チップ18と、半導体発光素子19が実装され、集光レンズ20と共に配設されている。一方、モールドパッケージされた受光部15は、出力端子を持つリードフレーム21上に、受信信号を受光し、電気的な信号に変換する受光素子22と、受信信号を処理し出力するための増幅処理用集積回路チップ23とが実装され、集光レンズ24と共に配設されている。そして、光送受信モジュール10は、脱着部である光ファイバー部11及び光プラグ12と、固定部である2分岐型ライトガイド13、発光部14、受光部15、及びハウジング16、の2つの部分から構成されている。

【0038】この光送受信モジュールを用いた光送受信システムは、2つの光送受信モジュールを単数個または複数個の光送受信中継器を介して、2本の光ファイバー部で光学的に接続して構成するものであり、これについては、図11及び、第11の実施の形態において説明する。

【0039】送信時の動作について説明する。送信信号は、入力端子を持つリードフレーム17に入力され、駆動用集積回路チップ18に伝送され、半導体発光素子を駆動するための電気信号に変換され、半導体発光素子19に印加される。半導体発光素子19により光に変換された光送信信号は、集光レンズ20を介して、2分岐型ライトガイド13の一方の分岐部13aの端面Bより入

射され、分岐部13aの内面を全反射しながら伝送し、他端のライトガイド13の端面Aより出射される。出射光は、光プラグ12の配設されている光ファイバー26に入射される。

【0040】この時、光プラグ12の光ファイバー26の端面Cと2分岐型ライトガイド13の端面Aには、光ファイバー26やライトガイド13の屈折率とほぼ等しい屈折率を持ち、これら材料よりも硬度の高い光透光性部材25a、25bがそれぞれ配設されている。

【0041】光ファイバー26は、光ファイバー部11と一体となっており、光送受信信号は、光ファイバー部11を伝送し、一方の終端に配設された2分岐型ライトガイドへと導かれる。

【0042】次に、受信時の動作について説明する。光受信信号は、光ファイバー部11の光ファイバー26を伝送し、光プラグ12の光ファイバー26の端面Cの光透光性部材25aから、2分岐型ライトガイド13の他方の分岐部13bの端面Dより入射され、分岐部13bを伝送し、端面Dより出射される。出射光は受光部15の集光レンズ24により集光され、光受信信号は、受光素子22に導かれ、電気的な受信信号に変換される。変換された電気的な受信信号は増幅処理用集積回路チップ23で処理され、出力端子を持つリードフレーム21の端子より、外部に出力される。

【0043】本発明の特徴は、光プラグ12の光ファイバー26と2分岐型ライトガイド13とのそれぞれの接触部端面C及びAに、光ファイバー26やライトガイド13の屈折率とほぼ等しい屈折率を持ち、これら材料よりも硬度の高い光透光性部材25a、25bがそれぞれ配設されていることである。

【0044】図1(a)に示す様に、光透光性部材の屈折率を光ファイバーやライトガイドの屈折率に対してその差を±0.1以内に抑えることは容易であるため、この場合の総反射率は約0.1%となる。光透光性部材25(25a、25b)は例えば、市販されているハードコーティング剤(例えば、信越シリコン社製、シリコン系のKP-80)を用いた場合の厚さは約数十μm以下である。これらハードコーティング膜は接着性を持ったため、塗布等により容易に部材に固定でき、反射防止膜の作成時に必要な真空引きや膜厚制御が不要であるため安価に作成できる。

【0045】さらに、光透光性部材25の具体的な材料名、及び特性について説明する。

【0046】信越シリコン社製、シリコン樹脂系のKP-80の場合、屈折率は $n=1.4$ 、硬度6H(鉛筆硬度表示)であり、浸漬法やフローコート法やスプレイ法等により形成される。

【0047】光ファイバーやライトガイドとして、アクリル材料を選択すれば、屈折率は $n=1.49$ 、硬度はアクリルの場合で2H(鉛筆硬度表示)であり、垂直光

反射率 T_r は、 $T_r = (n_1 - n_2)^2 / (n_1 + n_2)^2 = (1.49 - 1.40)^2 / (1.49 + 1.40)^2 = 0.00097$ 、即ち、0.097%となる。

【0048】また、光ファイバーやライトガイドとして、ポリカーボネート材料を選択すれば、硬度はB(鉛筆硬度表示)となり、光透光性部材25の硬度よりも小さい値となっている。光透光性部材の硬度が光ファイバーやライトガイドの硬度より高いので、傷が付き難く、寿命を延ばすことができる。

【0049】[第2の実施の形態]本発明の光送受信モジュールの第2の実施の形態について、図2を用いて説明する。図2(a)は本発明の第2の実施の形態における光送受信モジュール30の光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示し、図2(b)は光プラグ挿入非接触時の上面断面構造を示す。

【0050】以下、図2を用いて、第1の実施の形態と異なる点についてのみ説明する。この本発明の特徴は、光透光性部材31が弾性材料であることにある。そのため、微小な塵や埃を挟んでも、弾性材料ならば変形し、応力を分散するため傷が付きにくい。また、微小な傷がつき凹凸が生じて、脱着部の接触により凹凸が変形し、空気層が消えるため反射が減少する。また、凸形状にすれば接触変形の過程で、中央から接触を開始し周囲に接触箇所が広がっていくため、変形の過程で、巻き込んだ空気が周囲へ逃げる。そのため微小な空気層が残らず、より性能が高まる。

【0051】図1と、図2との主な違いは、光透光性部材25が弾性材料である光透光性部材31に置き換わった点にある。従って、図2において、30は光送受信モジュールであり、11は光ファイバー部、12は光プラグ、13は2分岐型ライトガイド、13a、13bは2分岐型ライトガイド、14はモールドパッケージされた発光部、15は受光部、16はハウジング、17は入力端子を持つリードフレーム、18は駆動用集積回路チップ、19は半導体発光素子、20は集光レンズ、21は出力端子を持つリードフレーム、22は受光素子、23は増幅処理用集積回路チップ、24は集光レンズ、25は光透光性部材、25a、25bは光透光性部材、26は光ファイバー、31は光透光性部材、31a、31bは光透光性部材、である。

【0052】送信時の動作及び受信時の動作については、図1で説明した通りである。

【0053】さらに、光透光性部材31の具体的な材料名、及び特性について説明する。材料名、屈折率、ゴム硬度(JIS-A)、塗布または配設方法、アクリルに対する表面総反射率、を順に述べると、シリコンゴムの場合、順に、1.4、20~50、浸漬法やフローコート法やスプレイ法等、0.097%、となり、ウレタンゴムの場合、順に、1.5、35~70、浸漬法やフ

ローコート法やスプレイ法等、0.001%、となる。

【0054】光透光性弾性材料にはシリコンゴムやウレタンゴム等があり、これらは接着性があるため、塗布等により部材に直接固定できる。また、屈折率のほぼ等しい透明の接着剤で接触面に貼り付けることができる。

【0055】ポッティング法等により適量の光透光性弾性材料を部材に付けば表面張力により凸形状となるため、この状態で硬化させれば、凸形状も容易に作成できる。

【0056】【第3の実施の形態】本発明の光送受信モジュールの第3の実施の形態について、図3を用いて説明する。図3(a)は本発明の第3の実施の形態における光送受信モジュール33の光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示し、図3(b)は光プラグ挿入非接触時の上面断面構造を示す。

【0057】以下、図3を用いて、第1の実施の形態及び第2の実施の形態と異なる点についてのみ説明する。この本発明の特徴は、光透光性部材34が光透光性弾性材料であるゲル材料で構成されていることにある。ゲル材料は分子間に水またはオイルを含有する材料である。従って、微小な傷や塵・埃が表面についても、これら液体が隙間（空気層、屈折率=1）を埋めるため、反射が減少する。上記ゲル材料には液体の表面張力により、埃や塵が付着し易いので、ゲル材料を光プラグ側に固定すれば、ライトガイドに付いた埃や塵が光プラグ側に移動し、ユーザーによる清掃が容易となる。

【0058】光透光性弾性材料であるゲル材料には、シリコンゲルやポリスチレンゲル等があり、これらは接着性があるため、塗布等により部材に容易に固定できる。

【0059】さらに、光透光性部材34の具体的な材料名、及び特性について説明する。材料名、屈折率、ゴム硬度（JIS-A）、塗布または配設方法、アクリルに対する表面総反射率、を順に述べると、ポリエチレンゲルの場合、順に、1.51、1~1.2、刷毛塗り法や吹き付け法や浸漬法等、0.0044%、となり、シリコンゲルの場合、順に、1.4、1~2.0、刷毛塗り法や吹き付け法や浸漬法等、0.097%、となる。

【0060】光透光性部材による成型品は、屈折率のほぼ等しい透明の接着剤で光ファイバーの接触面に貼り付けることができる。

【0061】【第4の実施の形態】本発明の光送受信モジュールの第4の実施の形態について、図4を用いて説明する。図4は本発明の第4の実施の形態における光送受信モジュール35の光プラグ非挿入時の上面断面構造を示す。

【0062】以下、第3の実施の形態と異なる点についてのみ説明する。この光送受信モジュール35は光空間伝送も可能とするため、光透光性部材36は、光透過性弾性材料よりなるレンズにより構成されることを特徴と

している。

【0063】一般に、光学レンズはその先端部は単なる凸形状ではなくて、厳密に光学設計された曲面形状に形成されていなければならない。そのため、金型を用いた射出成形法等により作成される。レンズ形状を有する成型部品はライトガイド13の屈折率とほぼ等しい屈折率を持つ透明性接着剤により、ライトガイド13の端面Aの表面に固定される。

【0064】または、本発明の実施の形態の一変形として、ライトガイド13を光透光性弾性材料の射出成形法により形成しても良い。ライトガイドの端面Aの光透光性部材36を射出した信号光は、先端部のレンズ形状により収束され、光送受信モジュールの光プラグ挿入口より、モジュール外へ送信される。受信光は逆の経路を経てライトガイド13へ入射する。37は入射光束である。

【0065】光透光性部材36の光透過性弾性材料の一例として、シリコンゴムがあり、この屈折率、ゴム硬度（JIS-A）、塗布または配設方法、アクリルに対する表面総反射率、については第2の実施の形態で説明した通りである。

【0066】また、光透光性部材36は光透過性弾性材料であるので、光ファイバーとライトガイドとの間に、微小な塵や埃を挟んでも、弾性材料なので変形し、応力を分散するため傷が付きにくい。また、微小な傷がつき凹凸が生じても、脱着部の接触により凹凸が変形し、空気層が消えるため反射が減少する。

【0067】凸形状にすれば接触変形の過程で、中央から接触を開始し周囲に接触箇所が広がっていくため、変形の過程で、巻き込んだ空気が周囲へ逃げる。そのため空気層が残らない。

【0068】プラグが挿入されると光透過性弾性材料で形成されたレンズは平面となり、光ファイバーへの光結合に何等影響を及ぼさないが、プラグが外されるとレンズ形状となり、ライトガイドを出た光を平行光や発散光にすることができる。

【0069】【第5の実施の形態】本発明の光送受信モジュールの第5の実施の形態について、図5を用いて説明する。図5(a)は本発明の第5の実施の形態における光送受信モジュール40の光プラグ非挿入時の上面断面構造を示し、図5(b)は光プラグ非挿入時の側面断面構造を示す。以下、第4の実施の形態と異なる点のみ説明する。本実施の形態はハウジング内面に反射膜41を設けている。反射膜はハウジング16を射出成形法等により成形後、メッキ等によりその内面に形成される。図5に示すように、ハウジング16の内面を信号光が反射を繰り返し伝搬するので、より広がった光の送受が可能となる。42は入射光束である。

【0070】【第6の実施の形態】本発明の光送受信モジュールの第6の実施の形態について、図6を用いて説

明する。図 6 (a) は本発明の第 6 の実施の形態における光送受信モジュール 44 の光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示し、図 6 (b) は光プラグ挿入非接触時の上面断面構造を示す。本発明の実施の形態の特徴は、ダイヤモンド 45 上に、光透過性弾性材料よりなる光透光性部材 46 を配設した点にある。以下、第 4 の実施の形態と異なる点についてのみ説明する。

【0071】この光送受信モジュール 44 は光空間伝送も可能とするため、光透光性部材 46 は光透過性弾性材料で形成されたレンズ形状を有している。このレンズ形状を有する光透光性部材 46 は、ステンレスや焼青銅の薄板で形成されたダイヤモンド 45 の上に、インサート成形等により形成されている。47 はダイヤモンド 45 をハウジング 16 に嵌め込み固定するための枠体である。

【0072】光プラグ 12 が挿入されると、レンズ形状を有する光透光性部材 46 は押されてダイヤモンド 45 が変形するため、光透光性部材 46 はライトガイド 13 の端面 A 側へ移動する。やがて、光透光性部材 46 (レンズ形状) はライトガイド 13 の端面 A に接触し、光ファイバー 26 とライトガイド 13 とは、隙間なく (空気層を介在させずに) 光学的に接続される。一方、光プラグ 12 が外されると、光透光性部材 46 はダイヤモンド 45 の復元力により、ライトガイド 13 先端 A から外れ、元の位置に戻る。この時点で、レンズ形状を有する光透光性部材 46 はその両側に空気層が形成されているため、レンズは両面レンズとして機能する。従って、前記第 4 の実施の形態で説明した片面レンズ形状の光透光性部材 36 よりその光学的なレンズ性能を高くすることが可能である。

【0073】さらに、このレンズ・ダイヤモンドの構成を複数段設ければ、設計の自由度は増大する。尚、ダイヤモンドの代わりに螺旋状スプリング等を用いても良いことは言うまでもない。

【0074】〔第 7 の実施の形態〕本発明の光送受信モジュールの第 7 の実施の形態について、図 7 を用いて説明する。図 7 は本発明の第 7 の実施の形態における光送受信モジュール 50 の光プラグ非挿入時の上面断面構造を示す。

【0075】以下、第 4 の実施の形態と異なる点についてのみ説明する。この光送受信モジュール 50 は光空間伝送も可能とするため、光透光性部材 51 は、光透過性弾性材料よりなるレンズにより構成されることを特徴としている。

【0076】また、ハウジング 52 が光透光性部材から作成され、光プラグ 12 の挿入口付近がレンズ形状 53 となっている。そのため、非常に広い範囲の光を送受することが可能となる。54 は入出射光束である。

【0077】〔第 8 の実施の形態〕本発明の光送受信モジュールの第 8 の実施の形態について、図 8 を用いて説

明する。図 8 (a) は本発明の第 8 の実施の形態における光送受信中継器 55 の光プラグ挿入非接触時の上面断面構造を示し、図 8 (b) は光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示す。本発明の実施の形態の特徴は、光プラグ 56 と光プラグ 57 との中継器機能に優れた構成であることを特徴とするものである。以下、本発明の特徴点についてのみ説明する。

【0078】図 8 (a) に示す様に、光プラグ 56 の先端 E、及び光プラグ 57 の先端 F には、光ファイバー 26 の屈折率とほぼ等しい屈折率を持ち、これら材料よりも硬度の高い光透光性部材 58、59 が配設されている。11a、11b は光ファイバー部、60 はハウジング、である。

【0079】図 8 (b) に示す様に、光プラグをハウジング 60 に挿入すると、光ファイバー 26 同士は、光透光性部材 58、59 を介して光学的に接続される。光透光性部材 58、59 の屈折率を光ファイバー 26 やライトガイドの屈折率に対してその屈折率の差を ± 0.1 以内に抑えることは容易であるため、この場合の総反射率は約 0.1% 程度となる。図 8 (a)、図 8 (b) に示される光透光性部材 58、59 は、例えば、市販されているハードコーティング剤 (例えば、信越シリコン社製、KP-80) 等が用いられ、この場合の厚さは数十 μm 以下である。シリコン樹脂系の KP-80 の場合、屈折率は $n=1.4$ 、硬度 6H (鉛筆硬度表示) であり、浸漬法やフローコート法やスプレイ法等により形成される。

【0080】これらハードコーティング膜は接着性を持つため、塗布等により容易に部材に固定でき、反射防止膜の作成時に必要な真空引きや膜厚制御が不要であるため安価に作成できる。アダプタは従来例と異なり、光プラグ先端同士が接触する条件、図 8 (b) に示す様に、ハウジング 60 の全長を L_a 、光ファイバー部 11a の首部 61 と光ファイバー部 11b の首部 62 との長さを L_p とする時、 $L_a \leq L_p$ なる条件を満足する様に作成されている。

【0081】〔第 9 の実施の形態〕本発明の光送受信モジュールの第 9 の実施の形態について、図 9 を用いて説明する。図 9 (a) は本発明の第 9 の実施の形態における光送受信中継器 64 の光プラグ挿入非接触時の上面断面構造を示し、図 9 (b) は光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示す。本発明の実施の形態の特徴は、光プラグ 56 と光プラグ 57 との中継器機能に優れた構成であり、且つ、光透光性部材 65、66 は、光透過性弾性材料よりなるレンズにより構成されることを特徴とするものである。11a、11b は光ファイバー部、56、57 は光プラグ、60 はハウジング、である。

【0082】そのため、光透光性部材 65 と光透光性部材 66 との間に、微小な塵や埃が挟まれても、弾性材料であるため体積変形し、応力を分散するため、傷が付きに

く。また、微小な傷が付き凹凸が生じたとしても、光透光性部材 65 と光透性部材 66 との直接接触により凹凸が変形し、空気層が消えるため、総反射率が減少する。また、凸形状にすれば接触変形の過程で、中央から接触を開始し周囲に接触箇所が広がっていくため、変形の過程で、巻き込んだ空気が周囲へ逃げる。そのため微小な空気層が残らず、光学的な光伝達性能が高まる。

【0083】光透光性弾性材料にはシリコンゴムやウレタンゴム等があり、これらは接着性があるため、塗布等により部材に容易に固定できる。

【0084】ポッティング等により適量の光透光性弾性材料を部材に付けば表面張力により凸形状となるため、この状態で硬化させれば、凸形状も容易に作成することができる。

【0085】〔第 10 の実施の形態〕本発明の光送受信モジュールの第 10 の実施の形態について、図 10 を用いて説明する。図 10 (a) は本発明の第 10 の実施の形態における光送受信モジュールの光送受信継器 70 の光プラグ挿入非接触時の上面断面構造を示し、図 10 (b) は光プラグ挿入非接触時の上面断面構造を示す。20 本発明の実施の形態の特徴は、光プラグ 71 と光プラグ 72 の光学的な接続時において、ハウジング 75 内に、ダイヤフラム（固定部材）73 上に、光透過性弾性材料よりなる光透光性部材 74 を配設した点にある。以下、第 9 の実施の形態と異なる点についてのみ説明する。

【0086】この構成により、既に普及している従来技術による光ファイバケーブルの光プラグが挿入されても、光プラグ内の光ファイバー 26 の先端は、光透過性弾性材料よりなる光透光性部材 74 を介して、他方の光ファイバー 26 の先端に光学的に接続されるため、総反射率を抑えることができる。また、光ファイバー 26 の端面に傷が付きにくい。

【0087】〔第 11 の実施の形態〕本発明の光送受信モジュールの第 11 の実施の形態について、図 11 を用いて説明する。本発明の第 11 の実施の形態における光送受信モジュールを用いた光送受信システム 80 は、2 つの光送受信モジュールを単数個又は複数個の光送受信継器を介して、2 本又は複数本の光ファイバー部 11 で光学的に接続して構成したものである。

【0088】図 11 は、第 2 の実施の形態において説明した光送受信モジュール 30 (30a、30b) に、既に普及している従来技術による光ファイバー部（光ファイバケーブル）11 と、第 10 の実施の形態において説明した光送受信継器 70 とを介して、互いに接続し、全二重通信方式による光信号伝送（送受信伝送）を行う場合の一例である。

【0089】光ファイバー部（光ファイバケーブル）11 の光プラグ 71 と光プラグ 72 との光学的な接続時において、ハウジング 75 内のダイヤフラム 73 上の光透過性弾性材料よりなる光透光性部材 74 を介して光学

的に接続されるため、間隙（空気層）が生ぜず、例えば、光送受信モジュール 30a からの自送信反射光が自受信器にほとんど再入射することは無い。

【0090】従って、本発明の第 11 の実施の形態における光送受信モジュールを用いた光送受信システム 80 は、効率のよい送信、受信を行うことの出来る全二重通信方式による光送受信システムを実現することができる。

10 【0091】〔第 12 の実施の形態〕本発明の光送受信モジュールの第 12 の実施の形態について、図 12 を用いて説明する。図 12 (a) は本発明の第 12 の実施の形態における光送受信モジュール 82 の光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示し、図 1 (b) は光プラグ挿入接触時の側面断面構造を示す。

【0092】図 12 (a) 及び図 12 (b) において、光送受信モジュール 82 は、光ファイバー部 11、光プラグ 12、2 分岐型ライトガイド 13 (13a、13b)、モールドパッケージされた発光部 14、受光部 15 及び、これらの光プラグ 12 と 2 分岐型ライトガイド 13 と発光部 14 と受光部 15 とを収納するハウジング 16、及び光透光性部材 83 から構成されている。

【0093】光透光性部材 83 は、光透光性及び導電性を付与された部材であり、絶縁性光透光性材料と導電性光透光性材料との積層構造、光透光性材料と導電性材料との混合物、又は、導電性を付与された光透光性材料から構成される。また、光透光性部材 83 は、ライトガイド 13 及び光ファイバー部 11 の光プラグ 12 の屈折率とほぼ等しい屈折率を持つ光透光性部材であり、ライトガイド 13 と光プラグ 12 との間に介在配設されて、光学的に接続されている。

30 【0094】ほぼ等しい屈折率とは、本発明の光送受信モジュールの第 1 の実施の形態等について説明したように、光透光性部材の屈折率を光ファイバーやライトガイドの屈折率に対してその差を ± 0.1 以内程度に抑えることを意味し、この場合の総反射率は約 0.1% となる。具体的には、光透光性部材 83 は例えば、シリコン系材料等が用いられる。

【0095】図 12 において、光透光性部材 83 以外の構成部材及びその作用については、図 1 等において説明されており、ここではその説明を省略する。

40 【0096】〔第 13 の実施の形態〕本発明の光送受信モジュールの第 13 の実施の形態について、図 13 を用いて説明する。図 13 (a) は本発明の第 13 の実施の形態における光送受信モジュール 85 の光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示し、図 13 (b) は光プラグ挿入接触時の側面断面構造を示し、図 13 (c) は光透光性部材 86 の構成を示す図である。

50 【0097】第 13 の実施の形態における光透光性部材 86 は、図 13 (c) に示されるように、絶縁性光透光性材料 87 の両面に導電性材料 88 を両面に配設した積

層構造より成るものである。

【0098】絶縁性光透光性材料 87 としては、既に説明した光透光性部材 25、光透光性部材 31 等を用いることもできる。一方、導電性材料 88 は、導電性 ITO（酸化インジウムスズ）膜などの薄膜導電性膜を配設した光透光性フィルムである。導電性材料 88 である薄膜導電性フィルムのベースフィルムとしては、PET（ポリエチレンテレフタレート）、PC（ポリカーボネート）、PMMA（ポリメチルメタクリレート）などが用いられる。

【0099】導電性を付与された光透光性部材 86 を接地することにより、光プラグ 12 の脱着時に生じる接触部での静電気を逃がすことができ、多数回の脱着時において微少な埃が導電性フィルムに接触しても、埃・塵芥等は付着しにくくなり、高い光学的特性を維持することができる。

【0100】また、多数回光プラグを脱着しても、光プラグ 13 の光ファイバー 26 は、光透光性部材 86 を介して、2 分岐型ライトガイド 13 と接触するため、両者に微少な傷を生じない。導電性材料 88（フィルム）は一般に硬質系材料であり、一般に軟質系材料である絶縁性光透光性材料 87 を機械的に保護する作用も果たしている。

【0101】図 13（a）、図 13（b）図、13（c）において、11 は光ファイバー部、12 は光プラグ、13 は 2 分岐型ライトガイド、14 は発光部、15 は受光部、16 はハウジング、26 は光ファイバー、である。

【0102】〔第 14 の実施の形態〕本発明の光送受信モジュールの第 14 の実施の形態について、図 14 を用いて説明する。図 14（a）は本発明の第 14 の実施の形態における光送受信モジュール 90 の光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示し、図 14（b）は光プラグ挿入接触時の側面断面構造を示し、図 14（c）は光透光性部材 91 の構成を示す図である。

【0103】光透光性部材 91 は、光透光性部材 92 の外周部に光吸収性部材（光吸収係数が高い材料）93 が配設された構造である。光吸収性部材 93 の具体的な材料の一例としては、適当量のカーボン光透光性部材 92 との接着性の高い塗料用有機レジン（例えば、東レ・ダウコーニング・シリコン株式会社の SH804 など）に溶いたもの、または、光透光性部材 92 との接着性の高い黒色樹脂（例えば、東レ・ダウコーニング・シリコン株式会社のポッティング剤、CY52-211 など）等であり、これらの材料の塗布やポッティング等により形成される。

【0104】光吸収性部材 93 をその外周部に配設した光透光性部材 91 は、仮に光透光性部材 92 の中で反射光が生じても、側壁に当たる光はほとんどすべて光吸収性部材 93 によって光吸収されてしまうため、反射戻り

光を低減することが可能となり、光信号の S/N 比を向上させることができる。

【0105】本発明の光送受信モジュールの第 14 の実施の形態について、光吸収性部材 93 を無反射状態として、光学シミュレーションを行うと、単純なフレネル反射を起こす場合と比べて、0.15% 程度反射戻り光を低減できることが分かった。

【0106】図 14（a）、図 14（b）、図 14（c）において、11 は光ファイバー部、12 は光プラグ、13 は 2 分岐型ライトガイド、14 は発光部、15 は受光部、16 はハウジング、26 は光ファイバー、である。

【0107】〔第 15 の実施の形態〕本発明の光送受信モジュールの第 15 の実施の形態について、図 15 を用いて説明する。図 15 は本発明の光送受信モジュールの第 15 の実施の形態を説明する図であり、（a）は光プラグと光透光性部材との当接の様子、及び分岐型ライトガイドと光透光性部材との当接の様子を説明する図であり、（b）は（a）の略断面図であり、 θ はその当接のテーパ角度である。

【0108】図 15（a）及び（b）において、光プラグの光ファイバー 26 及び 2 分岐型ライトガイド 13 の光透光性部材 96 への当接面箇所に、テーパ角度 θ が形成されている。光透光性部材 96 の当接面に、このようなテーパ角度 θ の形状、または、摺鉢状の形状を配設することにより、光透光性部材 96 の当接面で発生していたフレネル反射を擬似的に無反射に近い状態にすることができ、従来例の戻り光となっていた成分を直接光ファイバー 26 方向には戻らないようにすることができる。

【0109】図 17 及び図 18 は、本発明の光送受信モジュールの第 15 の実施の形態についての光学シミュレーションの結果を示すものである。

【0110】図 17（a）は、光透光性部材 96 の屈折率を横軸に取り、テーパ角度 θ をパラメーターとし、縦軸に戻り光強度を取ったものである。図 17（a）において、テーパ角度 θ を、0 度、5 度、10 度、15 度、30 度、45 度、60 度、とする時、屈折率が 1.3 から 1.4 に増加するにつれて、戻り光強度は 0.4% から 0.01% 以下に単調に減少し、屈折率が 1.4 から 1.55 の領域では、戻り光強度は 0% から 0.2% 程度の値でほぼ平坦に推移し、屈折率が 1.55 以上の領域では、戻り光強度は単調増加の方向に転じる。

【0111】図 17（b）は、パラメーターである光透光性部材 96 の屈折率を 1.5 とし、テーパ角度 θ を横軸に取り、縦軸に戻り光強度を取ったものである。この場合、テーパ角度 θ が 15 度～45 度の範囲において、戻り光強度はほぼ 0% となることが示されている。

【0112】図 17（b）に示されるような戻り光強度はほぼ 0% の状態を実現するためには、コネクタの付き当て深さ、及び光透光性部材の硬度を適切に設定する必要

がある。光透光性部材96の具体的な一例として、ウレタン系材料（タイガースポリマー社製：ウレタン無黄変、屈折率 $n=1.513$ ）がある。

【0113】図18は、テーパ角について実測した一例であり、光透光性部材96として、ウレタン系材料（タイガースポリマー社製：ウレタン無黄変）の場合のデータである。図18は、横軸に光ファイバーの径方向の距離 $X(\mu m)$ を取り、縦軸にコネクタの突き当たりの当接深さ $Z(\mu m)$ を取ったものである。距離 X が約400~900 μm 、及び、約1900~2400 μm の時、当接深さ Z が約0 μm から160 μm に増加し、この増加の傾きがテーパ角度 θ となる。当接の様子に依存するが、テーパ角度 θ は左右それぞれほぼ近い値を取ることが多い。また、距離 X が約900~1900 μm の時、当接深さ Z が約160 μm とほぼ一定となっており、約1900 μm ~約900 μm =約1000 μm （約1mm）となり、この値の約1000 μm は光ファイバーの直径の値に相当している。光ファイバーの直径約1000 μm の外側に形成されるテーパ角 θ は途中で変化せず、約20度程度のほぼ均一な角度を成していることが示されている。

【0114】この光透光性部材96の材料は、一般的な事務用デスクマット程度の硬度を持っており、20度~40度のテーパ角 θ を実現するためには、シリコン系ゲル材料などの軟質のものに比べて、比較的硬度の高いものを選択する必要がある。

【0115】また、角度調節のもう一つの要素である付き当て深さはコネクタ用ハウジング内におけるコネクタ固定用治具の位置調節によっても、調節が可能である。

【0116】【第16の実施の形態】本発明の光送受信モジュールの第16の実施の形態について、図16を用いて説明する。図16は本発明の光送受信モジュールの第16の実施の形態を説明する図であり、開口径（NA）以上で伝送する反射戻り光を光ファイバーの出射端に近い箇所において除去する構造を説明する図である。

【0117】図16において、光プラグの内芯である光ファイバ26の出射端に出来るだけ近い箇所の被覆97を除去し、被覆97を除去した被覆除去部97aの外周に、光ファイバのクラッド部とほぼ同一の屈折率を持つ屈折率整合部材98を配設し、更に、その外周に光吸収性部材99を配設する。83は光透光性部材、13は2分岐型ライトガイド、である。

【0118】この構成を採ることにより、光ファイバのクラッド部分を伝送する光（クラディングモード）を*

*効果的に除去することができる。クラディングモードとは、光ファイバのクラッド部分を伝送する光であり、マルチモードファイバでは、特にその比率が大きい。本発明の光送受信モジュールの第16の実施の形態における光ファイバとライトガイドとの光学的結合において、ファイバとライトガイドとの間に位置ずれがある場合、光ファイバから出射した光の一部は透光性部材の他端においてフレネル反射をして、再び光ファイバへと戻る。このとき、光ファイバへと戻る光の多くは開口径（NA）が大きく、本来ならば戻り光とはならない光である。

【0119】しかしながら、補強のためにファイバ周囲には、黒色ポリエチレン（屈折率 $n=1.54$ 、透過率約0%程度）などにより被覆をすることが多く、この被覆により本来抜けるべきNAの大きな光がクラッド部分を通じて伝送する。本発明の光送受信モジュールの第16の実施の形態は、このようにして生じるクラディングモードを除去するための発明である。

【0120】このような効果を得るため、屈折率整合部材98の材料としては、シリコン系ゲル材料（例えば、東レ・ダウコーニング・シリコン株式会社のSE1740）、屈折率 $n=1.405$ 、または、信越化学株式会社のKE1031、屈折率 $n=1.407$ などの軟質の透明ゲル材料等がある。

【0121】屈折率整合部材98の外周に配設される光吸収性部材99の材料の一例としては、適当量のカーボンを屈折率整合部材98との接着性の高い塗料用有機レジン（例えば、東レ・ダウコーニング・シリコン株式会社のSH804等）に溶いたもの、または、屈折率整合部材98との接着性の高い黒色樹脂（例えば、東レ・ダウコーニング・シリコン株式会社のポッティング剤、CY52-211）等であり、これらの材料の塗布やポッティング等により形成される。

【0122】表1は、本発明の光送受信モジュールの第16の実施の形態の効果を数値的に表現しているものである。被覆除去部97aの除去量を1cm、3cm、5cmとする時、光透光性部材83が無い場合の戻り光の割合はそれぞれ、2.12%、1.71%、1.16%、であったものが、光透光性部材83が有る場合の戻り光の割合はそれぞれ、0.16%、0.04%、0.02%、と大幅に改善することができた。

【0123】

【表1】

被覆除去量	戻り光の割合 (%)	
	光透光性部材なし	光透光性部材あり
1 cm	2.12%	0.16%
3 cm	1.71%	0.04%
5 cm	1.16%	0.02%

【0124】なお、これら光吸収性部材 99 を屈折率整合部材 98 上に塗布する前に、紙ヤスリなどの物理的方法、または、適度の有機溶剤処理などにより表面を粗化させることにより、表面積が増加し、より効果的にクラディングモードを取り除くことが可能となる。

【0125】

【発明の効果】以上のように、本発明の請求項 1 記載の光送受信モジュールによれば、光伝送用光ファイバーに接続された脱着可能な光プラグと、複数の光に分岐する分岐型ライトガイドと、分岐型ライトガイドとの間で光信号の授受を行う光半導体素子と、該光プラグと分岐型ライトガイドと該光半導体素子とを収納保持するハウジングとを備えた光送受信モジュールであり、該光プラグと分岐型ライトガイドとの光学的な接続を該光ファイバーや分岐型ライトガイドの屈折率とほぼ等しい屈折率を有する光透光性部材を介して行うことを特徴とするものである。

【0126】従って、本発明によれば、光プラグと分岐型ライトガイドとの間の界面での反射光が減少するため、全二重通信方式を採用することができ、半全二重通信方式に比べて、情報の伝送容量を 2 倍以上にすることができる。

【0127】また、本発明の請求項 2 記載の光送受信モジュールによれば、前記光透光性部材の硬度が前記光ファイバーの硬度や前記分岐型ライトガイドの硬度よりも高いことを特徴とするものである。

【0128】従って、樹脂材料を用いて、光ファイバーや分岐型ライトガイドを作成した場合、光透光性部材の硬度が高いため、光プラグの脱着や回転によって生ずる傷を少なくすることができ、光送受信システムの寿命を延ばすことができる。

【0129】また、本発明の請求項 3 記載の光送受信モジュールによれば、前記光透光性部材が弾性材料であることを特徴とするものである。

【0130】従って、本発明によれば、光透光性部材が弾性材料であるため、微小な塵や埃を挟んでも、弾性材料が変形し、応力を分散するため、傷が付きにくい。また、仮に微小な傷がつき凹凸が生じても、光プラグの脱着、接触により、弾性材料の凹凸が変形し、空気層が無くなるため、反射が減少する。さらに、凸形状にすれば接触変形の過程で、中央から接触を開始し、周囲に接触箇所が広がっていくため、変形の過程で、巻き込んだ空気が周囲へ逃げ、空気層が残らなく、光プラグと分岐型ライトガイドとの間の界面での反射光が減少することができる。

【0131】また、本発明の請求項 4 記載の光送受信モジュールによれば、前記光透光性部材がゲル材料であることを特徴とするものである。

【0132】従って、本発明によれば、光透光性部材がゲル材料であるため、ゲル材料内部に含まれる水または

オイル等の液体成分が、これらの微小な傷や塵・埃の表面を埋める作用をするので、光プラグと分岐型ライトガイドとの間の界面での反射光が減少することができる。

【0133】また、本発明の請求項 5 記載の光送受信モジュールによれば、前記光透光性部材がダイヤフラム上に配設されてなることを特徴とするものである。

【0134】従って、本発明によれば、光送受信モジュール内の光透光性部材の位置を光プラグの外形状や有無によって大きく変化させることができ、光送受信モジュールの設計の自由度を大きくすることができる。また、光透光性部材を両面レンズとして使用することが可能となり、光の利用効率を高めることができる。

【0135】また、本発明の請求項 6 記載の光送受信モジュールによれば、光伝送用光ファイバーに接続された脱着可能な光プラグと、該光プラグを収納保持するハウジングとを備えた光送受信モジュールであり、該光プラグと該光プラグとの光学的な接続を該光ファイバーの屈折率とほぼ等しい屈折率を有する光透光性部材を介して行うことを特徴とするものである。

【0136】従って、本発明によれば、光プラグと分岐型ライトガイドとの間の界面での反射光が減少するため、全二重通信方式を採用することができ、半全二重通信方式に比べて、情報の伝送容量を 2 倍以上にすることができる。

【0137】また、本発明の請求項 7 記載の光送受信モジュールによれば、前記光透光性部材が弾性材料であることを特徴とするものである。

【0138】従って、本発明によれば、傷が付きにくく、光反射が減少するため、光の利用効率の高い光送受信モジュールを得ることができる。

【0139】また、本発明の請求項 8 記載の光送受信モジュールによれば、前記光透光性部材がゲル材料であることを特徴とするものである。

【0140】従って、本発明によれば、光透光性部材がゲル材料であるため、傷が付きにくく、光反射が減少するため、光の利用効率の高い光送受信モジュールを得ることができる。

【0141】また、本発明の請求項 9 記載の光送受信モジュールによれば、前記光透光性部材が光送受信モジュールのプラグ接続箇所に配設されてなることを特徴とするものである。

【0142】従って、本発明によれば、光プラグと光プラグとの間の反射光が減少するため、全二重通信方式を採用することができる光送受信モジュールを得ることができる。

【0143】また、本発明の請求項 10 記載の光送受信システムによれば、請求項 1 記載の光送受信モジュールと請求項 6 記載の光送受信モジュールとより構成されることを特徴とするものである。

【0144】従って、本発明によれば、本発明の光送受

信モジュールと本発明の光送受信中継器を用いて、全二重通信方式を採用することができ、既に市場で普及している光ファイバケーブルを用いても、全二重通信方式を採用することができ、半全二重通信方式に比べて、情報の伝送容量を2倍以上にすることができる。

【0145】また、本発明の請求項1記載の光送受信モジュールによれば、前記光透光性部材は透光性及び導電性を付与された部材であり、且つ、該光透光性部材を接地することを特徴とするものである。

【0146】従って、多数回脱着時においてもコネクタが光透光性部材に直接接することがないため、脱着時の接触による微少な傷から透光性部材を守ることができ、脱着時に生じる接触部での静電気を逃がしてやることができ、塵や塵芥の付着しにくい構造を得ることができる。

【0147】また、本発明の請求項12記載の光送受信モジュールによれば、前記透光性及び導電性を付与された前記光透光性部材によれば、絶縁性光透光性材料の両面に導電性材料を配設した積層構造より成ることを特徴とするものである。

【0148】従って、確実に、且つ容易に、透光性及び導電性を付与された光透光性部材を得ることができる。

【0149】また、本発明の請求項13記載の光送受信モジュールによれば、前記光透光性部材の外周部に光吸収性部材を配設することを特徴とするものである。

【0150】従って、光透光性部材の中で生じた反射戻り光を側壁の光吸収性部材にて吸収させることができ、反射戻り光を抑制することができる。

【0151】また、本発明の請求項14記載の光送受信モジュールの、前記光プラグと前記光透光性部材との当接状態、または、および、前記分岐型ライトガイドと前記光透光性部材との当接状態において、テーパ角度 θ ($\theta > 0$) が形成されてなることを特徴とするものである。

【0152】従って、光透光性部材の当接面の反射戻り光を抑制することができる。

【0153】さらに、請求項15記載の光送受信モジュールによれば、光ファイバの出射端に出来るだけ近い箇所に開口径(NA)以上で伝送する反射戻り光を除去する構造を設けることを特徴とするものである。

【0154】従って、光ファイバのクラッド部分を伝送する光(クラディングモード)を効果的に除去することができ、反射戻り光を低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光送受信モジュールの第1の実施の形態を説明する図であり、(a)は光送受信モジュールの光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示す図であり、

(b)は光送受信モジュールの光プラグ挿入非接触時の上面断面構造を示す図である。

【図2】本発明の光送受信モジュールの第2の実施の形

態を説明する図であり、(a)は光送受信モジュールの光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示す図であり、

(b)は光送受信モジュールの光プラグ挿入非接触時の上面断面構造を示す図である。

【図3】本発明の光送受信モジュールの第3の実施の形態を説明する図であり、(a)は光送受信モジュールの光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示す図であり、

(b)は光送受信モジュールの光プラグ挿入非接触時の上面断面構造を示す図である。

【図4】本発明の光送受信モジュールの第4の実施の形態を説明する図であり、光送受信モジュールの光プラグ非挿入時の上面断面構造を示す図である。

【図5】本発明の光送受信モジュールの第5の実施の形態を説明する図であり、(a)は光送受信モジュールの光プラグ非挿入時の上面断面構造を示す図であり、

(b)は光送受信モジュールの光プラグ非挿入時の側面断面構造を示す図である。

【図6】本発明の光送受信モジュールの第6の実施の形態を説明する図であり、(a)は光送受信モジュールの光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示す図であり、

(b)は光送受信モジュールの光プラグ挿入非接触時の上面断面構造を示す図である。

【図7】本発明の光送受信モジュールの第7の実施の形態を説明する図であり、光送受信モジュールの光プラグ非挿入時の上面断面構造を示す図である。

【図8】本発明の光送受信モジュールの第8の実施の形態を説明する図であり、(a)は光送受信モジュールの光プラグ挿入非接触時の上面断面構造を示す図であり、

(b)は光送受信モジュールの光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示す図である。

【図9】本発明の光送受信モジュールの第9の実施の形態を説明する図であり、(a)は光送受信モジュールの光プラグ挿入非接触時の上面断面構造を示す図であり、

(b)は光送受信モジュールの光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示す図である。

【図10】本発明の光送受信モジュールの第10の実施の形態を説明する図であり、(a)は光送受信モジュールの光プラグ挿入非接触時の上面断面構造を示す図であり、

(b)は光送受信モジュールの光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示す図である。

【図11】本発明の光送受信システムによる第11の実施の形態を説明する図であり、光送受信モジュールと光送受信モジュールと光ファイバ部を用いて構成される図である。

【図12】本発明の光送受信モジュールの第12の実施の形態を説明する図であり、(a)は光送受信モジュールの光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示す図であり、

(b)は光送受信モジュールの光プラグ挿入接触時の側面断面構造を示す図である。

【図13】本発明の光送受信モジュールの第13の実施

の形態を説明する図であり、(a)は光送受信モジュールの光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示す図であり、(b)は光送受信モジュールの光プラグ挿入接触時の側面断面構造を示す図であり、(c)は光透光性部材の構成を示す図である。

【図14】本発明の光送受信モジュールの第14の実施の形態を説明する図であり、(a)は光送受信モジュールの光プラグ挿入接触時の上面断面構造を示す図であり、(b)は光送受信モジュールの光プラグ挿入接触時の側面断面構造を示す図であり、(c)は光透光性部材の構成を示す図である。

【図15】本発明の光送受信モジュールの第15の実施の形態を説明する図であり、(a)は光プラグと光透光性部材との当接の様子、及び分岐型ライトガイドと光透光性部材との当接の様子を説明する図であり、(b)は(a)の略断面図であり、 θ はその当接のテーパ角度である。

【図16】本発明の光送受信モジュールの第16の実施の形態を説明する図であり、開口径(NA)以上で伝送する反射戻り光を光ファイバーの出射端に近い箇所において除去する構造を説明する図である。

【図17】本発明の光送受信モジュールの第15の実施の形態を説明する図であり、(a)は光透光性部材の屈折率とテーパ角度 θ と戻り光強度の関係を説明する図であり、(b)は屈折率1.5の光透光性部材のテーパ角度 θ と戻り光強度の関係を説明する図である。

【図18】本発明の光送受信モジュールの第15の実施の形態を説明する図であり、光ファイバーの径方向の距離X(μm)とコネクタの当接触面の深さZ(μm)との関係を説明する図である。

【図19】従来例の光送受信モジュールを説明する図であり、(a)は光プラグ挿入時の上面断面構造を示す図であり、(b)は光プラグ挿入時の横断面構造を示す図である。

【図20】従来例による光送受信モジュールと光送受信中継器とを用いた光送受信システムの構成を説明する図である

【図21】従来例によるファイバー伝送と光空間伝送の両方を行う光送受信モジュールを説明する図である

【符号の説明】

- 10 光送受信モジュール
- 11 光ファイバー部
- 11a、11b 光ファイバー部
- 12 光プラグ
- 13 2分岐型ライトガイド
- 13a、13b 2分岐型ライトガイド
- 14 発光部
- 15 受光部
- 16 ハウジング
- 17 リードフレーム

- 18 駆動用集積回路チップ
- 19 半導体発光素子
- 20 集光レンズ
- 21 リードフレーム
- 22 受光素子
- 23 増幅処理用集積回路チップ
- 24 集光レンズ
- 25 光透光性部材
- 25a、25b 光透光性部材
- 26 光ファイバー
- 30 光送受信モジュール
- 30a 光送受信モジュール
- 31 光透光性部材
- 31a、31b 光透光性部材
- 34 光透光性部材
- 35 光送受信モジュール
- 36 光透光性部材
- 41 反射膜
- 45 ダイアフラム
- 46 光透過性弾性材料よりなる光透光性部材
- 47 ダイアフラムの枠体
- 50 光送受信モジュール
- 51 光透光性部材
- 52 ハウジング
- 53 レンズ形状
- 54 入出射光束
- 56 光プラグ
- 57 光プラグ
- 58 硬度の高い光透光性部材
- 59 光透光性部材
- 60 ハウジング
- 65 光透光性部材
- 66 光透光性部材
- 70 光送受信中継器
- 71 光プラグ
- 72 光プラグ
- 73 固定部材
- 74 光透光性部材
- 75 ハウジング
- 80 光送受信システム
- 82 光送受信モジュール
- 83 光透光性部材
- 86 光透光性部材
- 87 絶縁性光透光性材料
- 88 導電性材料
- 91 光透光性部材
- 92 光透光性部材
- 93 光吸収性部材(光吸収係数が高い材料)
- 96 光透光性部材
- 97 光ファイバの出射端に近い箇所の被覆

97a 被覆97を除去した被覆除去部

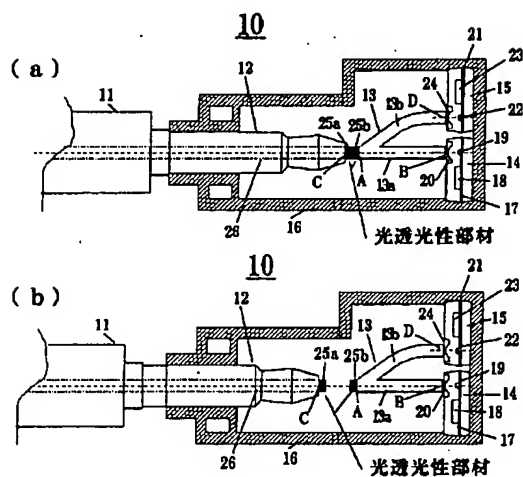
98 屈折率整合部材

99 光吸収性部材

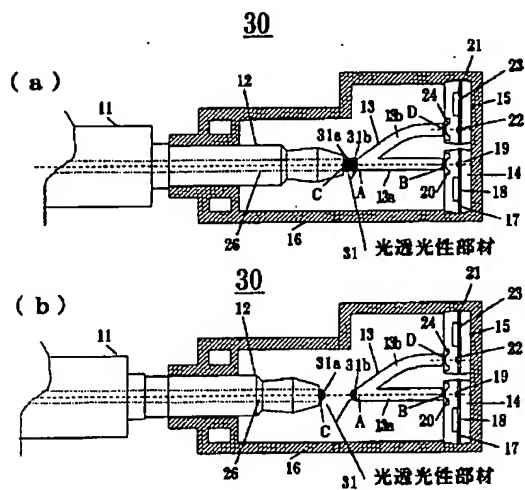
* La ハウジングの全長

Lp 光ファイバー部の首部と光ファイバー部の首部と
* の長さ

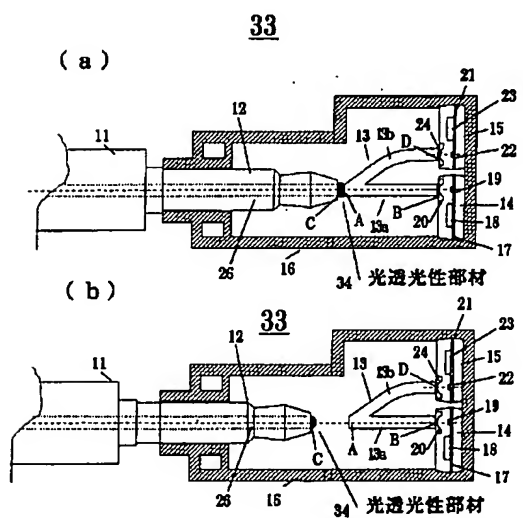
【図1】



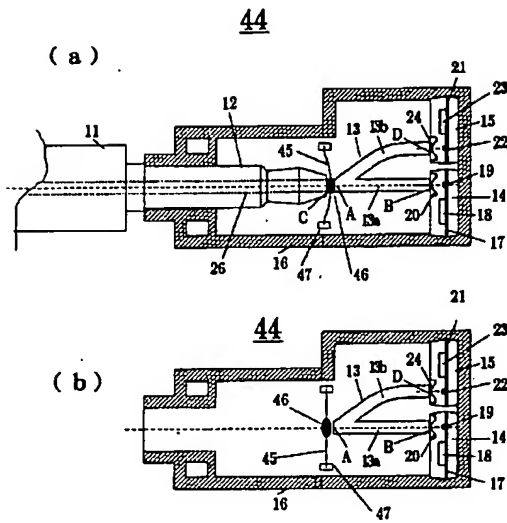
【図2】



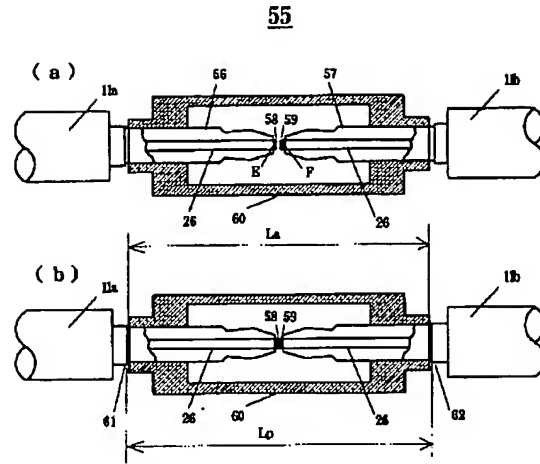
【図3】



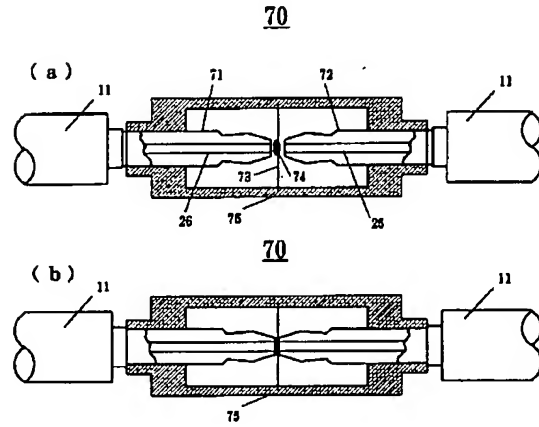
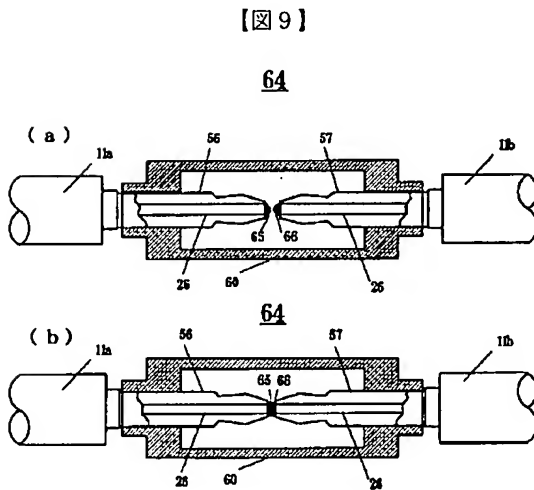
【図6】



【図8】

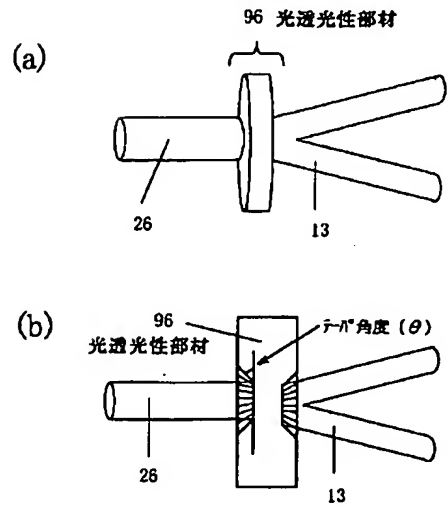
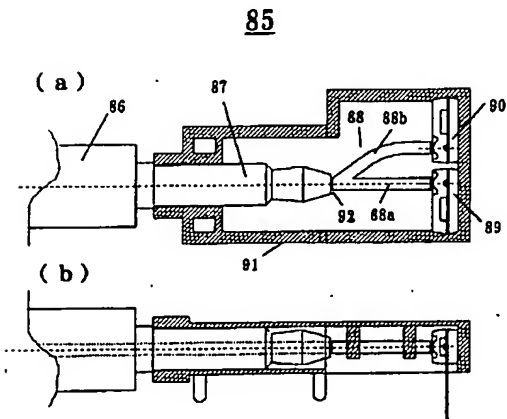


【図10】

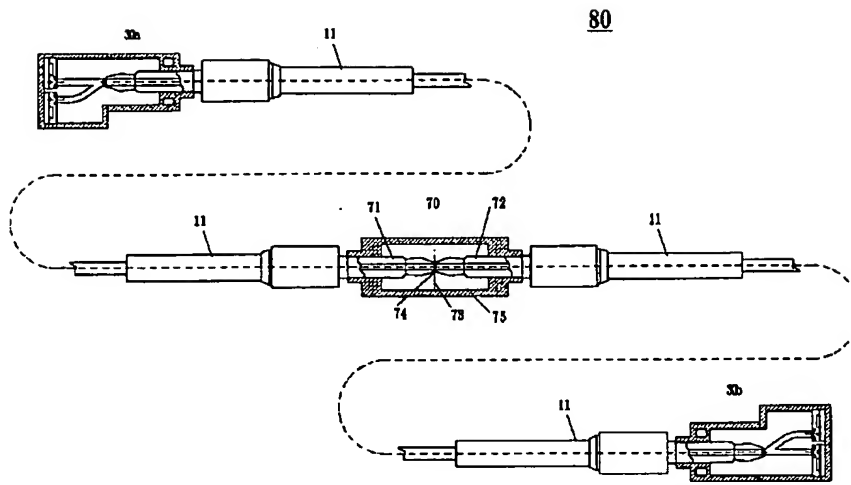


【図15】

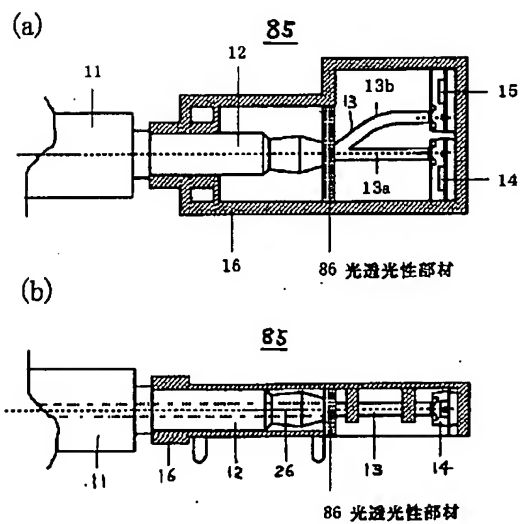
【図12】



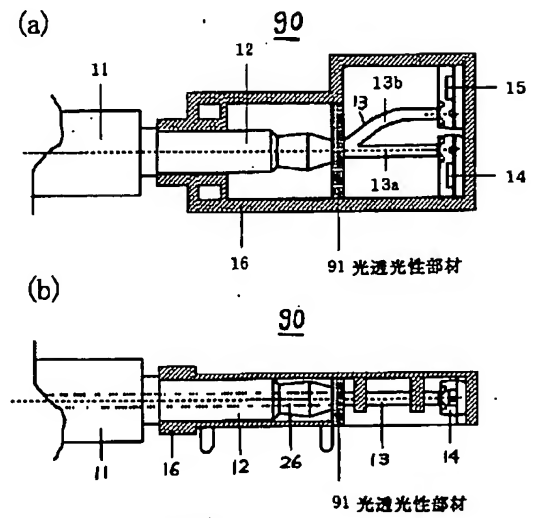
【図 11】



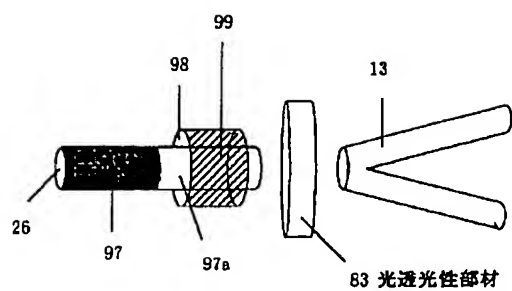
【図 13】



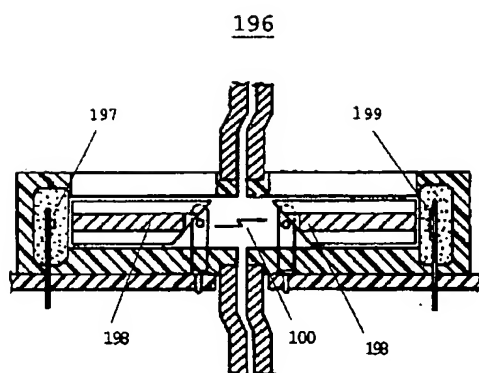
【図 14】



【図 16】

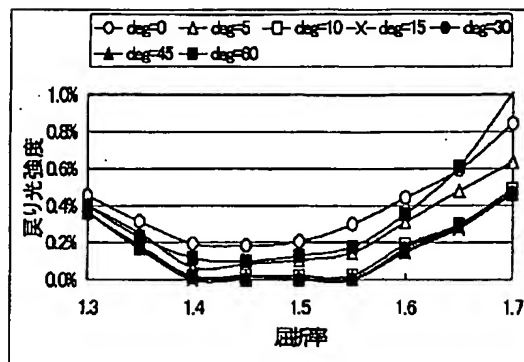


【図 21】

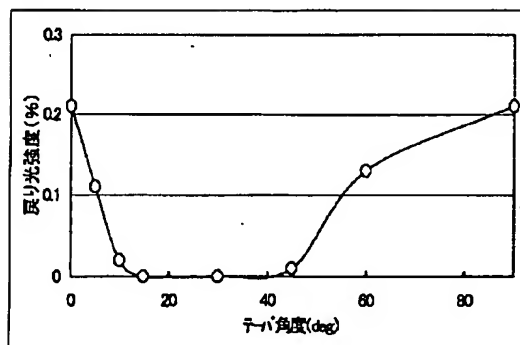


【図 17】

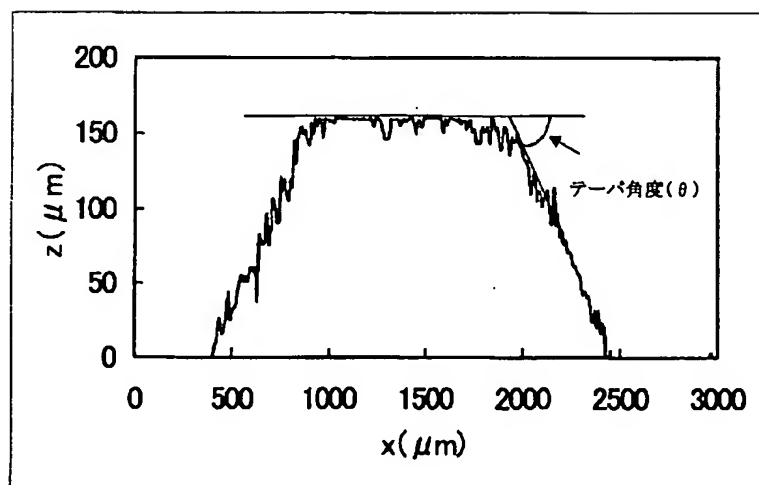
(a)



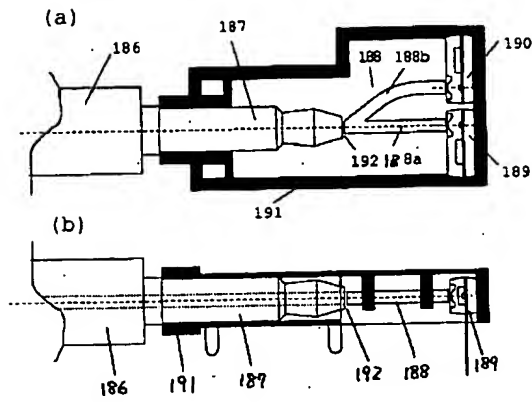
(b)



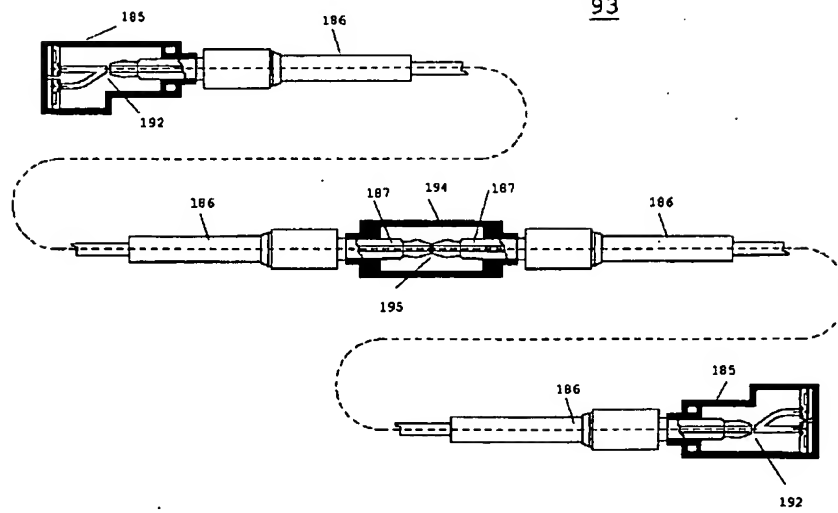
【図 18】



【図19】

185

【図20】

93

フロントページの続き

(72)発明者 名倉 和人
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 寺島 健太郎
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
Fターム(参考) 2H037 AA01 BA04 BA13 BA31 CA00
DA31